

1. Indique se as afirmações seguintes são verdadeiras ou falsas. [5]

[Uma resposta correta vale 1 valor; uma resposta errada desconta 0.5 valores. A cotação completa da pergunta é 5 valores e a nota mínima 0 (zero).]

- 1.1. Ao longo da sua vida operacional, os sistemas de energia solar fotovoltaica nunca conseguem produzir tanta energia como a que foi utilizada no seu fabrico.
- 1.2. Em geral, aumentando a eficiência de uma turbina eólica aumentamos o seu fator de capacidade.
- 1.3. A eficiência de um módulo solar é maior no Saara do que na Dinamarca.
- 1.4. A hibridização, i.e. a combinação de tecnologias solar e eólica na mesma central de geração de eletricidade, pode aumentar o fator de capacidade da central.
- 1.5. O fator de capacidade de um sistema de energia renovável pode ser afetado por fatores como padrões climáticos e localização geográfica.

2. Explique como varia a eficiência de um painel solar térmico ao longo de um dia. [2]

3. O sistema fotovoltaico na cobertura do C3 tem 60 kW e ocupa uma área de 400 m². [3]

- 3.1. Determine a sua eficiência média.
- 3.2. Determine quanta energia produzirá durante um ano.

Ajudas

$$\alpha_s = 15^\circ \times (h - 12)$$

4.5 kWh/m²/day for Lisbon

$$Q = mC\Delta T$$

$$\delta = 23^\circ \sin\left(2\pi\left(\frac{284 + dia}{365}\right)\right)$$

$$\eta = \eta_0 - a \frac{T_f - T_a}{G}$$

$$\cos A_{zs} = \frac{\sin A_s \sin \phi - \sin \delta}{\cos A_s \cos \phi}$$

$$W_t = \left(\frac{1}{2} A \rho v_u^3\right) \frac{16}{27}$$

$$\sin A_s = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos \alpha_s$$

$$I_s = S(\sin \theta_i \sin A_s + \cos \theta_i \cos A_s \cos(A_{zs} - \theta_z))$$

Resolução

1.1. Ao longo da sua vida operacional, os sistemas de energia solar fotovoltaica nunca conseguem produzir tanta energia como a que foi utilizada no seu fabrico.

Falso (o payback energético é cerca de 1-2 anos) No teste não é preciso justificar!

1.2. Em geral, aumentando a eficiência de uma turbina eólica aumentamos o seu fator de capacidade.

Falso (são conceitos diferentes, maior eficiência significa produz mais para o mesmo recurso, fator de capacidade significa produz mais frequentemente perto da potência nominal)

1.3. A eficiência de um módulo solar é maior no Saara do que na Dinamarca.

Falso (pelo contrário, quando a temperatura é maior a eficiência é mais baixa)

1.4. A hibridização, i.e. a combinação de tecnologias solar e eólica na mesma central de geração de eletricidade, pode aumentar o fator de capacidade da central.

Verdade (a componente eólica é maior no inverno, a solar maior no verão, o fator de capacidade da central é quase 100%)

1.5. O fator de capacidade de um sistema de energia renovável pode ser afetado por fatores como padrões climáticos e localização geográfica.

Verdade (por definição)

2. Explique como varia a eficiência de um painel solar térmico ao longo de um dia. [2]

A eficiência é o quociente entre a energia produzida útil e o recurso. No caso de um sistema solar térmico para AQS, o recurso varia conforme a posição do sol no céu (na realidade é com o ângulo de incidência da radiação na superfície, mas as duas coisas estão interligadas) e, portanto, é zero durante a noite, começa a aumentar até ao meio-dia sol e depois diminui até ao pôr do sol. Para o consumo, podemos assumir que é constante ao longo do dia. Dividindo uma grandeza pela outra (o que usamos a dividir pelo que está a chegar) concluímos que a eficiência tem um mínimo ao meio-dia solar e valores máximos ao nascer e pôr do sol.

Uma outra abordagem é olhar para o gráfico da eficiência em função da radiação dividir pela temperatura que foi discutido na aula/slides. Para baixa radiação só temos perdas óticas (eficiência elevada) enquanto para elevada radiação temos perdas óticas e perdas por transferência de calor (eficiência menor). À temperatura de saturação (no pico da radiação!) a eficiência é zero!!

Isto é um bom exemplo para ilustrar como elevada eficiência não corresponde necessariamente ao melhor desempenho de um sistema.

3. O sistema fotovoltaico na cobertura do C3 tem 60 kW e ocupa uma área de 400 m². [3]

3.1. Determine a sua eficiência média.

A eficiência é igual ao que produz a dividir pelo que chega. Como o padrão de radiação solar é 1000 W/m² (= o que chega) a eficiência do PV nos nossos telhados é

$$60 \text{ kW} / (400 \times 1000) = 0.15$$

E, portanto, a eficiência é 15%

3.2. Determine quanta energia produzirá durante um ano.

Durante um ano produz

$$4.5 \text{ kWh/m}^2/\text{dia} \text{ (o que chega)} \times 400 \text{ m}^2 \times 365 \text{ dia/ano} \times 0.15 \text{ (eficiência)} = 98\,000 \text{ kWh/ano} = 90 \text{ MWh/ano}$$

(não era pedido mas a 100 €/MWh (preço típico de compra de eletricidade) equivale a 9000 €/ano de poupança 😊)